

**Elektrokardiographische Verlaufsbeobachtungen
bei Kindern mit isolierten Ventrikelseptumdefekt
vor und nach der Korrekturoperation**

von

Hans-Peter Dirks

aus

Babenhausen

1973

1974 # 21

Aus der Kinderklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. A. Windorfer

Elektrokardiographische Verlaufsbeobachtungen bei Kindern mit isolierten Ventrikelseptumdefekt vor und nach der Korrekturoperation

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Hans-Peter Dirks

aus

Babenhausen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor Prof. Dr. med. A. Windorfer

Elektrokardiographische Verhaltensbeobachtungen
bei Kindern mit isolierten Ventrikelseptumdefekt
vor und nach der Korrekturoperation

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Medizinischen Fakultät

der Universität Erlangen-Nürnberg

von



Dekan: Prof. Dr. L. Demling

Referent: Prof. Dr. H. Gutheil

Korreferent: Prof. Dr. A. Windorfer

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Dezember 1973

202

Medizinische Fakultät

Meiner lieben Mutter

ELEKTROKARDIOGRAPHISCHE VERLAUFSBEOBACHTUNGEN

BEI KINDERN MIT ISOLIERTEM VENTRIKELSEPTUM-

DEFEKT VOR UND NACH DER KORREKTUROPERATION

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung	1
2. Methodik	5
3. Untersuchungen und Ergebnisse	8
3.1. Herzkatheterbefunde und Einteilung in Schweregrade	8
3.2. Allgemeine Symptome	11
3.3. Elektrokardiogramm	14
4. Besprechung der Ergebnisse	28
5. Zusammenfassung	32
6. Literatur	33

Herrn Prof. Dr. med. H. Gutheil möchte ich an
dieser Stelle für die Überlassung des Themas
und die freundliche Unterstützung bei meiner
Arbeit danken.

1. Einleitung und Problemstellung

Die Defekte des Septum interventriculare werden heute als die häufigste Herzanomalie angesehen. Im Gegensatz zu Zahlen aus früheren Untersuchungsreihen, die sich aus Sektionsstatistiken und klinischen Befunden ergeben, wird heute die Häufigkeit der isolierten Ventrikelseptumdefekte mit 18 - 40 % aller angeborenen Herzfehler und etwa 2 - 3 % aller Lebendgeborenen angegeben (3, 6, 8, 12, 13, 14, 18, 21, 23, 25, 30). Der Formenreichtum allein der isolierten Kammerseptumdefekte erklärt sich aus der langsamen Bildung (4. - 9. Embryonalwoche) des Septum interventriculare aus differenten Anteilen wie dem muskulösen Septum interventriculare, der Bulboventrikularfalte im Zusammenspiel mit der Ausbildung der Trunkokonalwülste und der Endokardkissen (4, 5, 27, 30, 31). Im Hinblick auf die komplizierte Trennung der beiden Herzkammern überrascht es nicht, daß es leicht zu Defektbildungen kommt. Je nach Zeitpunkt der Entwicklungsstörung und deren Intensität ist der Sitz und die Größe des Defektes determiniert. - Häufigster Sitz der Anomalie der Kammerscheidewand ist die Pars membranacea. Die muskulären Trennwandschäden sind meist klein. Spontane Heilung durch Zuwachsen des Defektes sind mehrfach beschrieben, wobei neuere Berichte sich nicht nur auf das Verschwinden aller klinischen Symptome beschränken, sondern auch durch Herzsondenuntersuchungen und Kontrastmitteldarstellungen der Herzhöhlen die Ergebnisse erhärten (12, 18, 28, 29). Die Häufigkeit der sich spontan schließenden Ventrikelseptumdefekte liegt zwischen 25 - 50 %, das Ereignis findet meist in den ersten Lebensjahren statt.

An Schließungsmechanismen zeigten sich Verklebungen von Septumanteilen (pars membranacea) mit einem Trikuspidalsegel, Einwuchern von Bindegeweben und auch Vegetationen bakterieller Endokarditiden; nach komplettem Verschuß des Septumdefektes wurden bisher keine weiteren Endokarditisrezidive beschrieben (12).

Verschiedene Einteilungen des häufigsten angeborenen Herzfehlers bieten sich an, der auch sehr häufig kombiniert mit anderen Mißbildungen des Herzens auftritt (z.B. als Bestandteil der Fallot-Tetralogie, des persistierenden Truncus arteriosus, des Cor triloculare biatriatum, des persistierenden gemeinsamen Atrioventrikularkanal, der vollständigen Transposition der großen Gefäße) (6). Zur Varianteneinteilung der isolierten Ventrikelseptumdefekte bevorzugen die Herzchirurgen die topographische Lage (z.B. Klassifizierung nach KIRKLIN-DU SHANE) und Durchmesser oder Fläche des Defektes, der auch aus kleineren einzelnen Löchern bestehen kann. Danach entscheidet sich auch die Korrekturtechnik, z.B. transatrialer Zugang oder Zugang durch Ventrikulotomie, der Verschluß durch direkte Naht oder mit Hilfe eines Patch (2, 15).

Die Kinderkardiologen überwachen durch laufende Kontrolluntersuchungen ihre Patienten und beurteilen die Varianten der Ventrikelseptumdefekte vornehmlich nach regelmäßig wiederholten Elektrokardiogrammen, die eine Aussage über die Hämodynamik bei Berücksichtigung anderer konservativer kardiologischer Untersuchungen gestatten (9, 10, 23). Zudem dienen Kreislaufgrößen wie Shuntgröße oder Druck im rechten Ventrikel und in der A. pulmonalis, oxymetrische Untersuchungen, die durch Herzkatheter ermittelt werden, ebenso die Angiokardiographie der endgültigen Feststellung der Operationsindikation nach genauer kardiologischer Abklärung und Verlaufsbeobachtung des Vitium cordis congenitum. Durch diese Katheteruntersuchungen erhalten wir aussagekräftige Kriterien für die verschiedenen Schweregrade der Ventrikelseptumdefekte.

Bleibt der Ventrikelseptumdefekt relativ symptomarm, obwohl er der Korrektur bedarf, warten auch heute noch Kardiologen

und Herzchirurgen das günstigste Operationsalter von 5 - 12 Jahren ab (1, 21, 24). Erreichen jedoch der Links-rechts-Shunt auf Ventrikel Ebene und der Druck im Lungengefäßbett Größen, die im Säuglings- und Kleinkindesalter eine Herzinsuffizienz bedingen, welche mit konsequent durchgeführten konservativen Maßnahmen nicht zu beherrschen ist, wird die risikoärmere Palliativoperation (Bündelung der A. pulmonalis nach DAMMANN-MULLER-ALBERT 1952) erforderlich, deren Ergebnis einer künstlich angelegten Pulmonalstenose entspricht, damit den Links-rechts-Shunt einschränkt, die Lungenstrombahn vor einer sekundären pulmonalen Hypertonie schützt und die Wartezeit ermöglicht bis zur späteren Totalkorrekturoperation, die nur mit Hilfe einer Herz-Lungen-Maschine durchgeführt wird (29).

Der erfahrene Kinderkardiologe ist heute in der Lage, sich aus den klinischen Symptomen, dem Auskultationsbefund, Herxröntgenaufnahmen, Phonokardiogrammen und EKG ein Bild über die Hämodynamik der individuell ausgeprägten Ventrikelseptumdefekte seiner Patienten zu machen. Die Elektrokardiographie erlaubt heute deutliche Nuancierungen der differenten Hypertrophiekennzeichen, die dem Kammerseidewanddefekt eigen sind und damit sind auch relativ sichere Hinweise auf die Hämodynamik der herzkranken Kinder zulässig.

Nach operativem Verschluß des Ventrikelseptumdefektes kommt es zu Änderungen, bzw. Normalisierung der Hämodynamik des Kreislaufs, was wir an Hand der Verlaufsbeobachtungen bis nach der Operation mit Hilfe des Elektrokardiogramms erläutern möchten.

2. Methodik

Von 1960 bis einschließlich 1970 wurden 45 Kinder mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt - Patienten der pädiatrisch kardiologischen Abteilung (Leiter: Prof. Dr. H. Gutheil) der Universitäts Kinderklinik Erlangen (Direktor: Prof. Dr. A. Windorfer) - in der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen (Direktor: Prof. Dr. G. Hegemann) wegen ihres Herzfehlers operiert. 6 Kinder verstarben postoperativ an akuter Herzinsuffizienz, von diesen konnte nur ein Kind mit in die Untersuchung aufgenommen werden, da der postoperative Verlauf in den ersten Monaten unauffällig war. Drei Kinder mußten ebenfalls aus der Untersuchungsreihe ausscheiden, da die kardiologischen Überwachungsuntersuchungen nicht dauernd in der Universitäts Kinderklinik Erlangen vorgenommen wurden. Kinder, die nur kurz postoperativ in der hiesigen Kinderklinik überwacht wurden und Patienten anderer pädiatrisch-kardiologischer Zentren, wurden ebenfalls nicht mit in die Untersuchungen aufgenommen. Von den verbleibenden Kindern waren 16 Mädchen und 21 Knaben.

Die Korrekturoperation wurde im Alter zwischen 4 und 14 Jahren vorgenommen, wobei die Häufung im 5. bis 9. Lebensjahr war (Abb. 1, 2). Aus der Vielzahl der kardiologischen Untersuchungen haben wir endgültig nur den letzten präoperativen Befund und möglichst jeweils zwei postoperative Kontrollen in die Untersuchung aufgenommen. Wir versuchten für die erste postoperative Kontrolluntersuchung einen Termin von wenigstens 6 Monaten, für die zweite einen Termin von wenigstens 20 Monaten nach der Operation zu nehmen (Abb. 1).

An jeweiligen Untersuchungsergebnissen konnten wir auswerten: die klinischen Untersuchungsergebnisse, Auskultationsbefund, Röntgenaufnahmen, Phonokardiogramme, Elektrokardiogramme und die Herzkatheter- und Angiokardiographieuntersuchung.

Anzahl d. Patienten

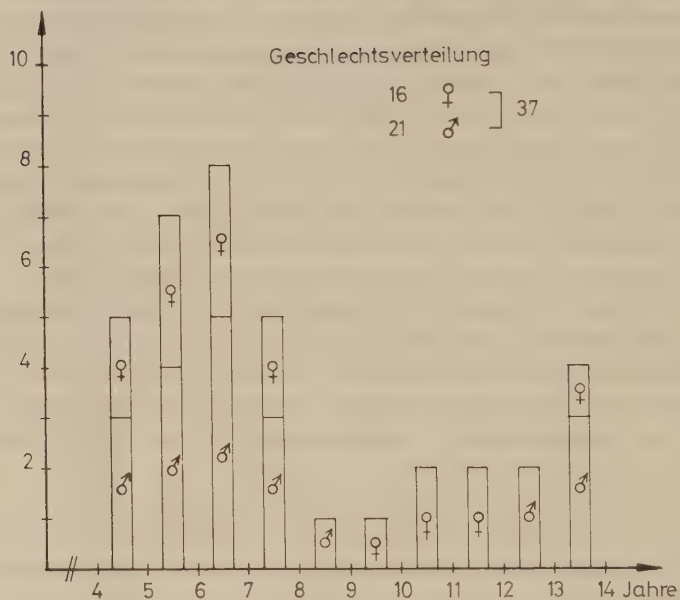


Abb. 2

Operationsalter und Geschlechtsverteilung von 37
Kindern mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt

Da jeder Patient präoperativ durch Herzkatheterung untersucht worden ist, haben wir exakte Meßwerte für die Schwere des Ventrikelseptumdefektes (Abb. 1, 3, 4). Neben den unterschiedlichen Schweregraden des Defektes müssen wir die elektrokardiographischen Untersuchungsdaten in Zusammenhang mit dem jeweiligen Alter des Patienten betrachten, da die Normalwerte im kindlichen EKG erheblich schwanken und altersabhängig sind. Wir halten uns an die Altersgruppeneinteilung nach HECK-STOERMER (28).

3. Untersuchungen und Ergebnisse

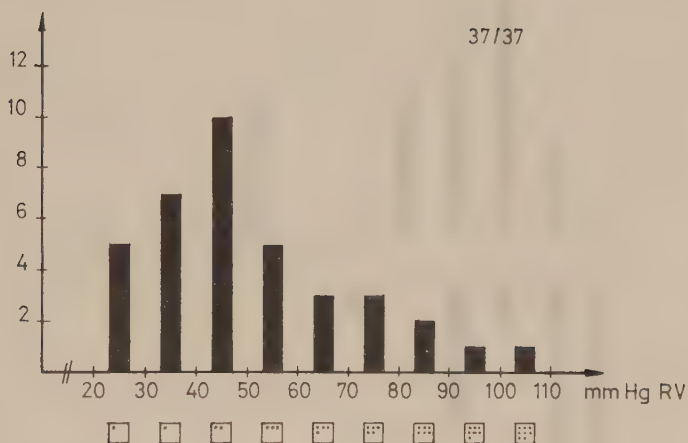
3.1. Herzkatheterbefunde und Einteilung in Schweregrade

Der Kammerseptumdefekt als isolierte Mißbildung ist der Prototyp eines angeborenen Fehlers mit Doppelhypertrophie. Durch den Septumdefekt fließt unter einem unterschiedlich hohen Druckgefälle dem rechten Ventrikel Blut aus dem linken Ventrikel zu und kehrt über den kleinen Kreislauf wieder zum linken Herzen zurück. Je größer der Defekt und je höher der Druckgradient zwischen den beiden Ventrikeln, desto größer ist jene Blutmenge, die unter Umgehung des großen Kreislaufs gleich in den rechten Ventrikel strömt (23).

Analog der üblichen Einteilung in sehr kleine (MB.ROGER), kleine, mittelgroße, große und sehr große, eventuell auch noch hohe vorn gelegene Ventrikelseptumdefekte, ließen sich auch unsere Patienten aufgrund des veränderten Druckniveaus im rechten Herzen gruppieren.

Für die Druckwerte im rechten Ventrikel (RV) gelten 25/0 mm Hg als Normgröße; für die A. pulmonalis gelten 20/9 mm Hg als normal. Für isolierte Ventrikelseptumdefekte findet man systolische Druckwerte im rechten Ventrikel bis 40 mm Hg bei einem kleinen Scheidewanddefekt, Werte bis 60 - 70 mm Hg sprechen für mittelgroße Defekte; nähert sich der Druckgradient (LV/RV) Null, so sprechen wir von großen Defekten. Bei sehr großen Ventrikelseptumdefekten mit ursprünglichem Links-rechts-Shunt kann die reaktive pulmonale Hypertonie hohe Werte erreichen und zur Shuntumkehr führen. In diesen Fällen ist auch der pulmonale Gefäßwiderstand deutlich erhöht. Diese gefürchtete Komplikation wird EISENMENGER-Physiologie bezeichnet. Durch den Rechts-links-Shunt entsteht ein zyanotischer Herzfehler, dessen hoher Lungengefäßwiderstand meist eine Korrekturoperation verbietet (10, 23).

Anzahl der Patienten



□ Symbole für Druckintervalle (P systolisch RV)
Beispiel: 61-70 mm Hg

Abb. 3

Systolische Druckwerte im rechten Ventrikel bei 37
Kindern mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt

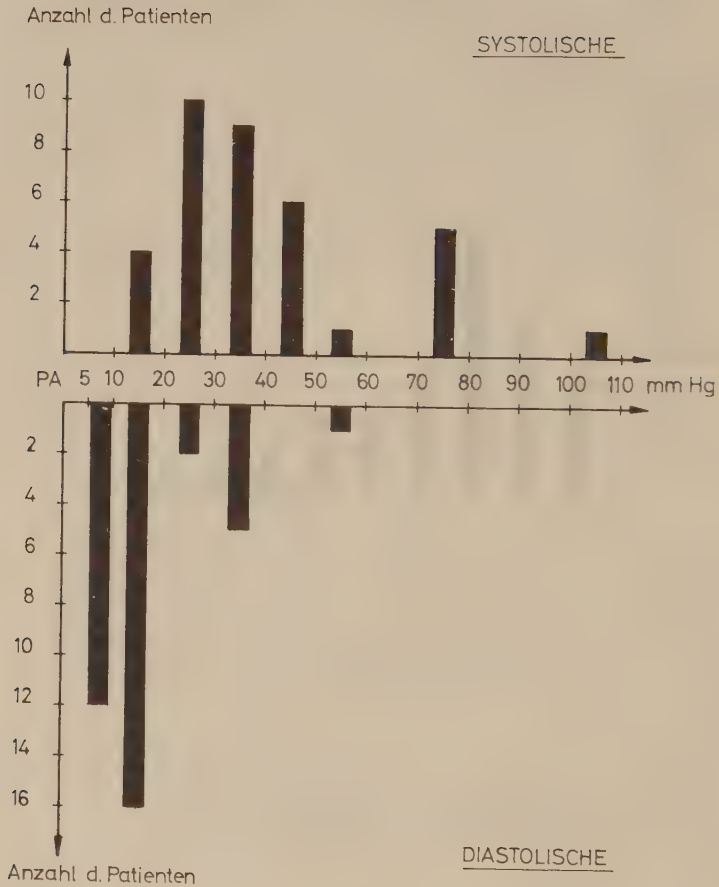


Abb. 4

Systolische und diastolische Druckwerte in der
A. pulmonalis bei 36 Kindern mit isoliertem
Ventrikelseptumdefekt

30 unserer 37 Patienten blieben mit systolischen Druckwerten (Ps) unter 71 mm Hg im rechten Ventrikel (RV), unter 61 mm Hg in den Lungenarterien (PA). Diastolisch (Pd) blieben sie meist unter 21 mm Hg in der A. pulmonalis; nur 7 Patienten lagen mit ihrem Druckniveau im Bereich großer Ventrikelseptumdefekte. Die Herzkatheteruntersuchungen erlauben, unsere Kinder in drei Gruppen einzuteilen (Abb. 1, 3, 4):

a) 12 kleine Ventrikelseptumdefekte

(Ps in RV bis 40 mm Hg, Ps in PA bis 30 mm Hg, Pd in PA bis 10 mm Hg)

b) 18 mittelgroße Defekte

(Ps in RV 41 mm Hg bis 70 mm Hg, Ps in PA bis 50 mm Hg, Pd in PA bis 30 mm Hg)

c) 7 große Ventrikelseptumdefekte

(Ps in RV über 70 mm Hg, Ps in PA über 50 mm Hg, Pd in PA über 20 mm Hg).

Meist wurde nur einmal präoperativ eine Herzkatheterung durchgeführt. Die Pulmonal-Kapillardruckwerte waren sämtlich systolisch bis 20 mm Hg, diastolisch bis 10 mm Hg, wobei jedoch nur 25 von 37 Patienten gemessen wurden. Der Sprung der Sauerstoffsättigungswerte zwischen rechtem Vorhof und rechtem Ventrikel oder A. pulmonalis bei hoch gelegenen Ventrikelseptumdefekten war stets charakteristisch und verschieden stark ausgeprägt; in Sättigungsprozent lagen die Werte zwischen 4 und 18.

3.2. Allgemeine Symptome

Das Krankheitsbild des Ventrikelseptumdefektes ist keineswegs einheitlich. Es zerfällt in ein Spektrum verschiedener Schweregrade.

Hämodynamisch kleine Defekte (3 - 8 mm Durchmesser) sind am häufigsten, teils mit kleinem (bis 3 l/min.), teils mit großem Links-rechts-Shunt (über 3 l/min.) und normalem bis

leicht erhöhtem Druck im kleinen Kreislauf. Das Kleinkreislaufvolumen übersteigt selten das Zweifache des Großkreislaufvolumens (7). Anamnestisch und kardiologisch auffälliges Symptom ist oft nur das rauhe, laute Geräusch (LEVINE Grad 3 - 6) in der Systole links parasternal mit Punctum maximum im 3. - 4. ICR. Der zweite Ton ist von normaler Lautstärke, bei großem Shunt ist er mäßig akzentuiert. Zuweilen ist ein tiefes diastolisches Geräusch auskultierbar. Bei der Untersuchung fällt oft ein Schwirren im Bereich des 3. - 4. ICR links parasternal auf (7, 13, 18). Die vermehrte Lungendurchblutung aufgrund eines größeren Shunts zeigt sich im Röntgenbild mit leicht vermehrter Hilus- und Lungengefäßzeichnung bei meist normaler Herzgröße (7, 13, 30). Die Operationsindikation wird bei kleinem Defekt zumeist aus folgenden Gründen erwogen: Minderung des Risikos einer Endokarditisgefährdung, Verhinderung einer reaktiven pulmonalen Hypertonie, die sich auch im späteren Kindesalter ausbilden kann (7, 31).

Das morphologische Substrat dieser "peripheren Pulmonalstenose" ist eine zunehmende Hypertrophie und Intimasklerose der A. pulmonalis und ihrer Arteriolen, die den Widerstand gegen den Blutstrom erhöhen (30).

Mittelgroße und große Defekte mit großem Shunt und mäßig bis stark erhöhtem Druck in der A. pulmonalis verursachen oft schon im Säuglingsalter Beschwerden. Hinweise auf die Lungengefäßüberlastung sind rezidivierende Infekte des Nasen-Rachen-Raumes und Bronchopneumonien, mäßige Dyspnoe, häufiges Schwitzen und Gedeihstillstand. Oft finden wir einen Herz buckel links parasternal und an selber Stelle häufig ein Schwirren. Auskultatorisch ist das Geräusch meist leiser, jedoch über dem 3. - 4. ICR ausgebreitet. Der zweite Herzton ist häufig gespalten, dabei nimmt die Spaltung gewöhnlich im Gegensatz zum Vorhofseptumdefekt mit der Inspiration zu (9, 16, 21, 33). Neben starker Hilus- und Lungengefäßzeichnung sind nun auch die Herzgrenzen röntgenologisch

verbreitert, die A. pulmonalis ist im seitlichen Strahlengang oft größer im Durchmesser als die Aorta. Das Pulmonalsegment in der a.p.-Aufnahme ist gewöhnlich prominent (7, 13, 18, 30).

Ist der Links-rechts-Shunt groß und der Druck in der A. pulmonalis stark erhöht, beobachten wir eventuell schon im Säuglingsalter eine Linksherzinsuffizienz mit schwerer Dyspnoe, Neigung zum Lungenödem, Bronchopneumonien, Tachykardien. Ebenso kann der Druck im rechten Ventrikel eine Rechtsinsuffizienz verursachen mit Stauungssymptomen im großen Kreislauf wie z.B. Ödeme, Hepatomegalie, Resorptions- und Gedeihstörungen. Versagen die konservativen Therapiemöglichkeiten, so ist die Bändelungsoperation angezeigt. Hierdurch wird häufig die weitere Entwicklung einer pulmonalen Hypertonie verhindert und das optimale Operationsalter kann somit abgewartet werden (7, 13, 18, 30).

Sind die Druckwerte in der A. pulmonalis über 80 % des Aortendrucks, der pulmonale Hypertonus fixiert, ein Kreuzshunt entstanden, der sich mehr zugunsten des Rechts-links-Shunt entwickelt, so ist das Geräusch leise, der laute Pulmonalton imponiert, Schwirren fehlt, die Thoraxaufnahme zeigt oft normal groß konfigurierte Herzen, das Pulmonalsegment tritt weit hervor (Kalibersprung der A. pulmonalis), die Hiluszeichnung verstärkt, wogegen die Lungenperipherie eher gefäßarm wirkt (7, 13, 18, 30). Überwiegt der Rechts-links-Shunt signifikant, so stellt sich eine Zyanose und Polyglobulie ein. Diese Komplikation des Ventrikelseptumdefektes, auch EISENMENGER-Physiologie genannt, finden wir unter unseren Kindern nicht.

Bei den von uns untersuchten Kindern waren analoge Befunde zu erheben. Kinder der Gruppe a) hatten jedoch gehäufte Infekte des Respirationstrakts. Das rauhe Geräusch hatte stets eine Lautstärke von Grad 4 - 5 nach LEVINE. Die Kinder

der Gruppe b) waren häufig als Patienten ambulant und stationär in Behandlung aufgrund ihrer Gedeihsschwierigkeiten im Säuglingsalter und ihrer Infektanfälligkeit. Das systolische Geräusch hatte mehr "crescendo-decrescendo-Charakter" und war auch oft nur von Lautstärke 3 - 4. Röntgenologisch zeigten diese Kinder meist stark vergrößerte Herzsilhouetten. Die Defekte bestanden selten aus zwei, drei kleineren, etwa lin-sengroßen Öffnungen. Bei den Kindern der Gruppe c) waren regelmäßig dyspnoische Beschwerden festzustellen. Der Durchmesser der A. pulmonalis war oft größer als der der Aorta an ihren Abgängen. In allen Gruppen waren die Defekte vornehmlich hochsitzend.

3.3 Elektrokardiogramm

Die genaueren Untersuchungen der prä- und postoperativen elektrokardiographischen Befundänderungen werden im folgenden Abschnitt anhand der einzelnen Größen und Abschnitte des EKG unter Berücksichtigung der jeweiligen Defekt- bzw. Druckhöhe im rechten Ventrikel diskutiert. Signifikante Veränderungen im EKG beobachtet man erst bei größeren Defekten.

3.3.1. Störungen der Erregungsleitung

Häufiger als dem jeweiligen Alter entsprechend, finden wir eine Rechtsverspätung der Erregung (28). Der Wert für die QRS-Dauer bewegt sich dabei an der oberen Grenze der Norm für die jeweilige Altersstufe. Die R-Zacken sind rechtspräkordial doppelgipflich, auch mehrfach geknotet und gesplittet (19, 10, 23, 28). Bei herzgesunden Kindern wird das Auftreten von Knotungen und Splitterungen je nach Alter und Ableitung, meist in Ableitung III und rechtspräkordial, in einer Häufigkeit bis zu 30 % angegeben (28).

Wir fanden präoperativ bei 25 unserer 37 Patienten unabhängig vom Schweregrad einen rudimentären Rechtsschenkelblock, bei 5 Kindern waren gleichzeitig eine Rechtshypertrophie, bei 8 Kindern gleichzeitig eine Doppelhypertrophie aus dem EKG zu lesen. Dieser Befund kann auch Hinweis auf eine vermehrte

Belastung des rechten Ventrikels sein (10). Postoperativ finden wir bei 6 Kindern die Rechtsverspätung nicht mehr. Dagegen finden wir nach der operativen Korrektur bei 11 Kindern ein komplettes Rechtsschenkelblockbild neu, das 12. Kind hatte dieses Merkmal kombiniert mit einer deutlichen Rechtshypertrophie schon präoperativ. 8 der 11 genannten Kinder hatten vor dem Verschluß des Ventrikelseptumdefektes einen rudimentären Rechtsschenkelblock, der jedoch nicht im Zusammenhang mit dem postoperativen vollständigen Rechtsschenkelblock zu sehen ist, da die Hypertrophiezeichen rückläufig waren. Für die Entwicklung eines kompletten Rechtsschenkelblockes nach Korrekturoperation kommt ursächlich wohl eine Verletzung des Erregungsleitungssystems (rechter TAWARA-Schenkel) oder seiner Blutversorgung in Frage (10). Bei einem Kind stellte sich sowohl eine a.-v.-Überleitungsstörung, als auch ein kompletter Rechtsschenkelblock postoperativ ein. Die Bilder des kompletten Rechtsschenkelblockes blieben postoperativ über den gesamten Beobachtungszeitraum (bis zu 5 Jahren) konstant (Abb. 5).

3.3.2. P-Zacke

Beim isolierten Ventrikelseptumdefekt hat der linke Ventrikel ein erhöhtes Minutenvolumen zu leisten. Diese Mehrbelastung spiegelt sich im EKG in Form eines P-sinistrokardiale wieder, insbesondere bei mittelgroßen Defekten (10, 23). Bei unseren Kindern fanden wir bei 7 präoperativ ein ausgeprägtes P-sinistrokardiale. Von den 7 Patienten waren ein Kind aus Gruppe a), 4 Kinder aus Gruppe b), 2 Kinder aus Gruppe c).

Nach der Korrekturoperation wird auch der linke Vorhof von der Mehrarbeit entlastet: wir fanden bis 20 Monate nach der Operation ein P-sinistrokardiale nur noch in 2 Fällen, nach mehr als 2 Jahren war es in keinem Fall mehr vorhanden (Abb. 7).

Für die vermehrte Volumenarbeit des linken Vorhofs spricht neben dem Formbild von P vor allem auch die häufig anzu-

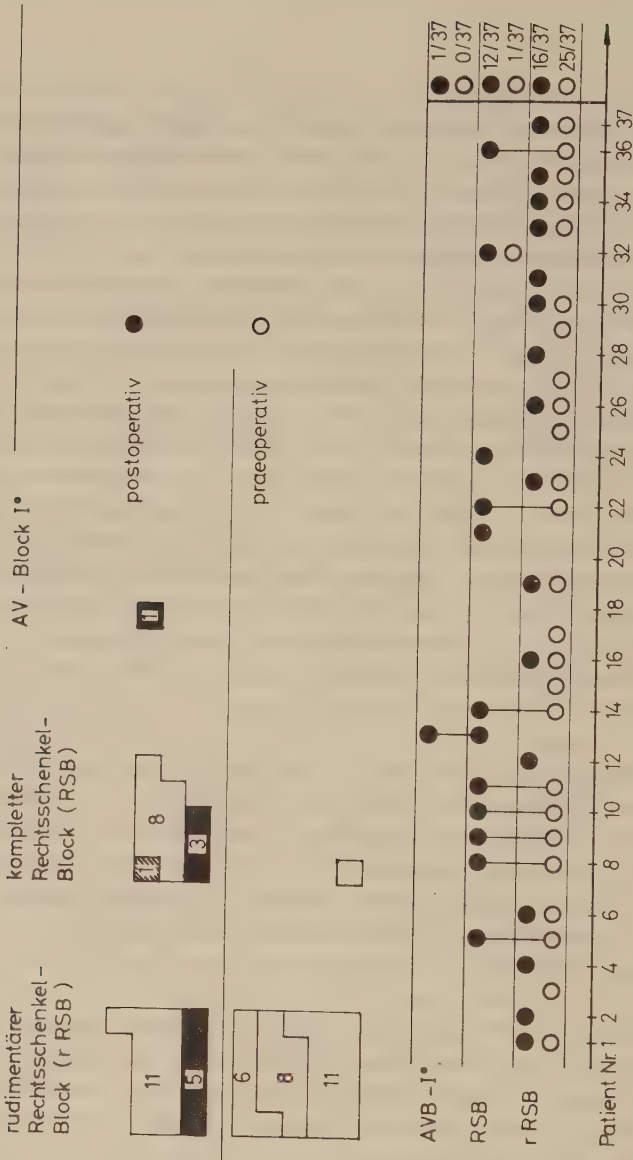


Abb. 5

Erregungsleitungsstörungen im EKG bei 37 Kindern mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt prä- und postoperativ. Oben gruppiert nach Erregungsleitungsstörungen, unten Patienten einzeln aufgeführt

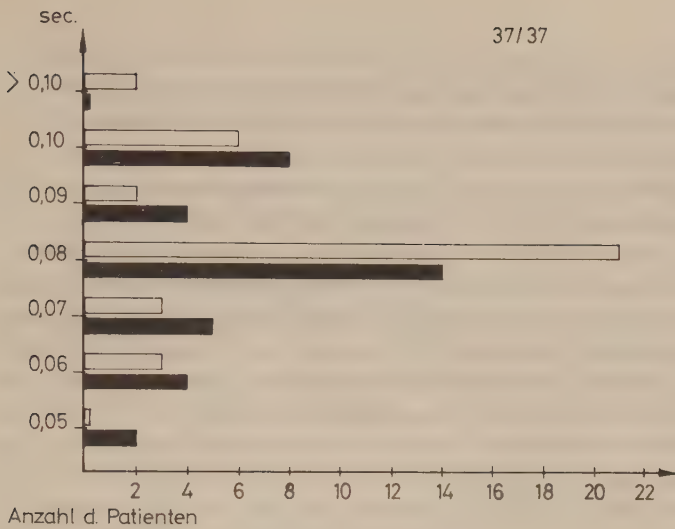


Abb. 6

Dauer der P-Zeit im EKG bei 37 Kindern mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt prä- und postoperativ

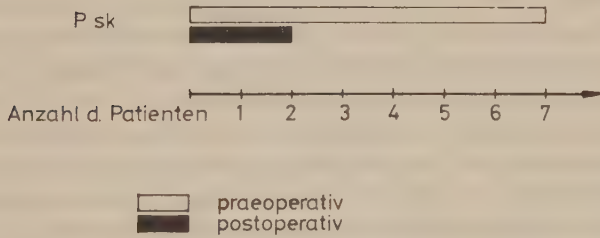


Abb. 7

Vorkommen von P-sinistrokardiale prä- und postoperativ bei 37 Kindern mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt

treffende Verlängerung der P-Zeit. Bei 21 Kindern konnten wir Zeitwerte von P an der oberen Grenze der Norm und zwar bei allen 7 Kindern der Gruppe c), bei 10 Kindern der Gruppe a) und b) auch pathologisch erhöhte Werte der P-Dauer präoperativ messen. Die Häufigkeit pathologischer P-Zeiten bzw. von P-Zeiten an der oberen Grenze der Norm ändert sich nach der Korrekturoperation folgendermaßen: Postoperativ sind in 12 Fällen pathologische P-Zeiten nachweisbar, die Zahl derjenigen Kinder mit einer P-Dauer an der oberen Grenze der Norm ist jedoch von 21 auf 14 zurückgegangen (Abb. 6). Diese Werte veränderten sich nicht über die zweite postoperative Untersuchung hinaus.

3.3.3. Typ des Kammer-EKG

SCHMIDT berichtet, daß geradezu ein schwer zu ermittelnder EKG-Typ für den Ventrikelseptumdefekt typisch sei. Ähnliche Beobachtungen konnten wir bei unseren Untersuchungen machen. Das Spektrum der vertretenen EKG-Typen reichte vom überdrehten Linkstyp bis hin zum Rechtstyp. Die reinen Rechtstypen fanden wir nur bei Patienten der Gruppe c. Postoperativ ist hier nahezu das gleiche Bild. Ein Kind, präoperativ mit rechtstypischem EKG hat nach der Operation einen Steiltyp im EKG. Andererseits hatte ein Kind präoperativ ein linkstypisches, postoperativ ein rechtstypisches EKG. Der vierte Patient mit postoperativem Rechtstyp ist aus der Gruppe b und hatte vor der Operation einen Steiltyp. In dieser mittleren Gruppe war die Vielfalt der EKG-Typen besonders ausgeprägt. Postoperativ waren die Veränderungen auch noch nach etwa 2 Jahren unwesentlich. Lediglich eine Zunahme der Normaltypen aus präoperativ angedeuteten Linkstypen und Normal-Steiltypen können wir feststellen. Bei 10 der 12 Kinder aus Gruppe a verliefen die Integralvektoren prä- und postoperativ von $+ 30^{\circ}$ bis $+ 100^{\circ}$.

Aus den Befunden wird ersichtlich:

- 1) Der Anteil der Normaltypen wird postoperativ größer bei

Kindern der Gruppe a und b.

- 2) EKG-Typen, deren Hauptvektor nur geringfügig von der Hauptachse abweicht, stellen postoperativ den geringeren Anteil.
- 3) Die Anzahl der pathologischen Rechts- bzw. Linkstypen, die jeweils nur bei mittelhohen bis hohen Druckwerten vorlagen, verändern sich postoperativ kaum.

In engem Zusammenhang mit den unterschiedlichen EKG-Typen müssen die verschieden stark ausgeprägten Kammerhypertrophien gesehen werden, verursacht durch die verschiedenen Druckwerte in den einzelnen Herzabschnitten und den unterschiedlich großen Shuntvolumina. Dabei kommt es zunächst zu einer Linksüberlastung, die sich jedoch mit zunehmendem pulmonalem Widerstand in eine vermehrte Rechtsbelastung mit reaktiver Hypertrophie des rechten Ventrikels umwandelt. Die Verteilung der EKG-Typen vor und nach der Operation ist Abb. 9 zu entnehmen.

3.3.4. Hypertrophie

Der isolierte Ventrikelseptumdefekt führt zu einer Hypertrophie beider Kammern. Während der linke Ventrikel im EKG mehr die Zeichen einer Volumenüberlastung zu erkennen gibt, äußert sich die Hypertrophie des rechten Ventrikels sowohl als Volumen- als auch als Widerstandshypertrophie, die jeweils in unterschiedlicher Ausprägung das Kurvenbild bestimmen. Dieses für den Ventrikelseptumdefekt so typische EKG findet man immer dann vor, wenn bei ausgeprägtem Shunt gleichzeitig eine pulmonale Hypertonie vorhanden ist. Bei sehr großen Shuntvolumina werden im EKG die Zeichen einer ausgeprägten Linkshypertrophie überwiegen, bei zunehmender pulmonaler Hypertonie werden die Zeichen der Rechtshypertrophie in den Vordergrund treten (23). Bei den 37 untersuchten Kindern fanden wir vor der Korrekturoperation bei 6 eine Linkshypertrophie, bei 10 eine Doppelhypertrophie, bei 8 eine Rechtshypertrophie und jeweils bei 2 Kindern eine leichte Rechts- und eine leichte Linkshypertrophie im EKG. Nur die Hälfte aller Kinder der

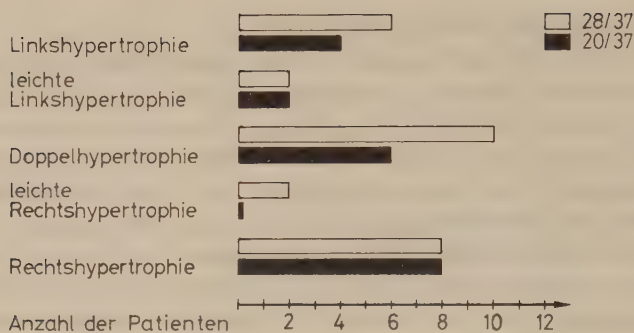


Abb. 8

Hypertrophie Merkmale im EKG bei 37 Kindern mit isoliertem VSD vor und nach Korrekturoperation

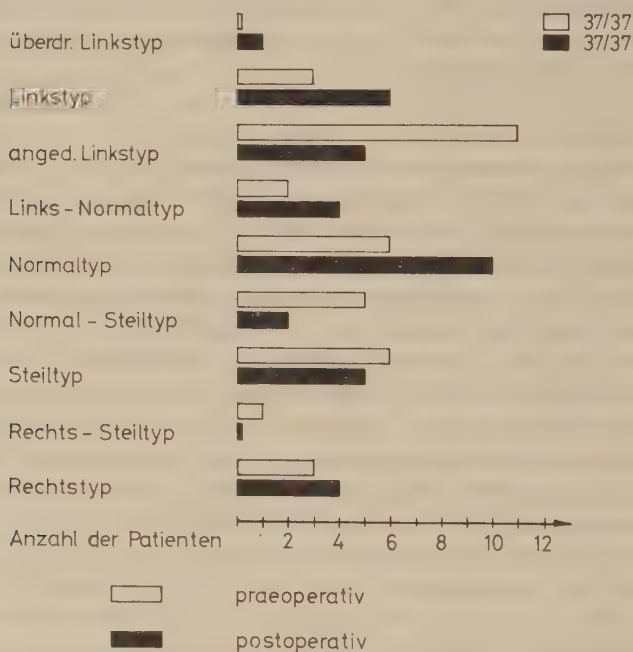


Abb. 9

EKG-Typen vor und nach Korrekturoperation bei 37 Kindern mit isoliertem VSD

Gruppe a hatte eindeutige Hypertrophiekennzeichen, diese waren gestreut über alle 5 Varianten: in zwei Fällen eine Rechtshypertrophie, die bei beiden bestehen blieb, allerdings nach der 2. postoperativen Untersuchung hatten beide Kinder keine Hypertrophiezeichen mehr. Aus einer leichten Rechtshypertrophie entwickelte sich postoperativ eine Rechtshypertrophie, die jedoch bei unserer 2. postoperativen Untersuchung nicht mehr vorhanden war. Eine Doppelhypertrophie bildete sich ebenfalls erst nach der ersten Kontrolluntersuchung zurück; eine leichte Linkshypertrophie war bereits bei der ersten postoperativen Untersuchung nicht mehr nachweisbar. Präoperativ war ein Kind ohne deutliche Hypertrophiekennzeichen, postoperativ waren jedoch Zeichen einer Doppelhypertrophie vorhanden.

In der Gruppe b war der Anteil der Kinder mit Hypertrophiezeichen erheblich höher. 15 Kinder von 18 Kindern hatten vornehmlich Zeichen der Überlastung der linken und beider Herzkammern. 3 von 5 Patienten mit Linkshypertrophie präoperativ hatten bei unserer ersten Kontrolle nach der operativen Korrektur keine Hypertrophiezeichen mehr. Bei 2 Kindern bildete sich dieses Merkmal bis zur 2. Untersuchung nach der Korrekturoperation zurück. Eine präoperativ leichte Linkshypertrophie blieb postoperativ unverändert. Die 6 Kinder mit Doppelhypertrophie waren bis auf eines postoperativ schon in unserer ersten Untersuchung frei von Hypertrophiezeichen. Die Doppelhypertrophie dieses Patienten blieb bestehen und wurde zur leichten Rechtshypertrophie bei der zweiten Untersuchung. Drei Kinder mit einer Rechtshypertrophie präoperativ ergaben postoperativ das Bild einer Linkshypertrophie und eine Doppelhypertrophie, ein Kind war frei von Hypertrophiezeichen im EKG. Die Linkshypertrophie war in der zweiten postoperativen Untersuchung nicht mehr eindeutig. Bei einem Kind, präoperativ ohne Zeichen einer Überlastung der Kammern, entwickelte sich postoperativ eine Rechtshypertrophie. In dieser Gruppe mit mittelgroßen Ventrikelseptum-

defekten bildeten sich die Hypertrophiezeichen im EKG rasch zurück. Von 18 Kindern hatten 15 präoperativ deutliche Hypertrophiezeichen im EKG, bei der ersten postoperativen Kontrolle waren es nur noch 7 Kinder.

In der Gruppe c beobachteten wir bei allen Kindern im EKG Hypertrophieveränderungen, vornehmlich die einer Rechtsüberlastung vor der Operation. Drei Kinder, präoperativ mit ausgeprägten Rechtshypertrophiezeichen im EKG, behielten postoperativ diese Merkmale über 2 Jahre. Ein Patient mit präoperativ leichter Rechtshypertrophie hatte auch postoperativ eine ausgeprägte Rechtshypertrophie während des gesamten Untersuchungsintervalls. Die drei Kinder mit Doppelhypertrophie im EKG behielten in zwei Fällen dieses Merkmal. Bei einem Kind entwickelte sich eine leichte Linkshypertrophie.

Einen Gesamtüberblick gibt Abbildung 8, die die zweite Untersuchung nicht mit einschließt, da im wesentlichen die Rückbildung der Hypertrophiezeichen bis zu diesem Termin stattfindet. Die Gesamtzahl der Patienten mit Hypertrophie-EKG ist von 28 auf 20 zurückgegangen. Nur die Kinder mit Rechtshypertrophie im EKG behielten fast alle dieses Kennzeichen. Für die drei Kinder der Gruppe b, deren Rechtshypertrophie sich postoperativ zurückgebildet hatte, stehen in der Abbildung die postoperativ neu hinzugekommenen Fälle mit Rechtshypertrophie verzeichnet, die in zwei Fällen bereits vor der Operation Zeichen einer leichten Rechtshypertrophie erkennen ließen.

Im einzelnen haben wir folgende Parameter, die das Kurvenbild einer Doppelhypertrophie charakterisieren, untersucht: In den rechtspräkordialen Ableitungen erkennt man die Zeichen einer vermehrten Rechtsbelastung in Form der großen R-Zacken, die häufig geknotet oder gesplittert sind, sodaß wir rechtspräkordial folgende EKG-Muster vorfinden: rR' -, Rs - oder rsR' -Muster. Große R- bzw. R' -Zacken sahen wir in diesen Ablei-

tungen vor der Operation bei 26 Kindern. Nach Verschuß des Ventrikelseptumdefektes war bei 9 Kindern eine Amplitudenabnahme der R-Zacken deutlich nachweisbar (Abb. 10).

Der ersten großen R-Zacke in V_1 entspricht eine ausgeprägte Q-Zacke in V_6 . Die Q-Zacke konnten wir bei 28 von 37 Kindern vor der Operation in V_6 nachweisen. Auch dieser Parameter der Rechtshypertrophie läßt einen guten Operationserfolg erkennen, denn bei der ersten postoperativen Kontrolluntersuchung war die Q-Zacke nur mehr in 24, bei der zweiten nur noch in 19 Fällen nachzuweisen (Abb. 11).

Für die Beurteilung der rechtsventrikulären Belastung beim Ventrikelseptumdefekt haben wir das Verhalten der R'-Zacken in aVR untersucht (Abb. 12). Nur langsam verschwindet dieses Hypertrophiemerkmal. Von 23 Kindern mit präoperativ r'-Zacken in aVR beobachteten wir sie noch bei 12 Kindern nach der zweiten Kontrolluntersuchung postoperativ. Die T-Zacke über dem rechten Präkordium beim Ventrikelseptumdefekt ist gewöhnlich flach oder negativ. Eine positive T-Zacke fand sich bei keinem Kind in den rechtspräkordialen Ableitungen, negativ war sie in 28 von 37 Fällen vor der Operation. Postoperativ verringert sich der Anteil negativer T-Zacken über dem rechten Präkordium (Abb. 13).

Wenngleich auch für die Diagnosestellung einer Volumenhypertrophie das Formbild von QRS das entscheidende Kriterium ist, so ist die Verbreiterung von QRS ein fast regelmäßiger Begleitbefund. Bei 25 Kindern war dieser sogenannte inkomplette Rechtsschenkelblock vor der Operation zu erfassen. Wie bereits erwähnt (3.3.1.) war diese Rechtsverspätung postoperativ seltener zu sehen, die postoperativ häufiger kompletten Rechtsschenkelblock-Bilder bei den untersuchten Kindern müssen dagegen als Folge einer Verletzung des spezifischen Erregungsleitungssystems bei operativem Verschuß interpretiert werden.

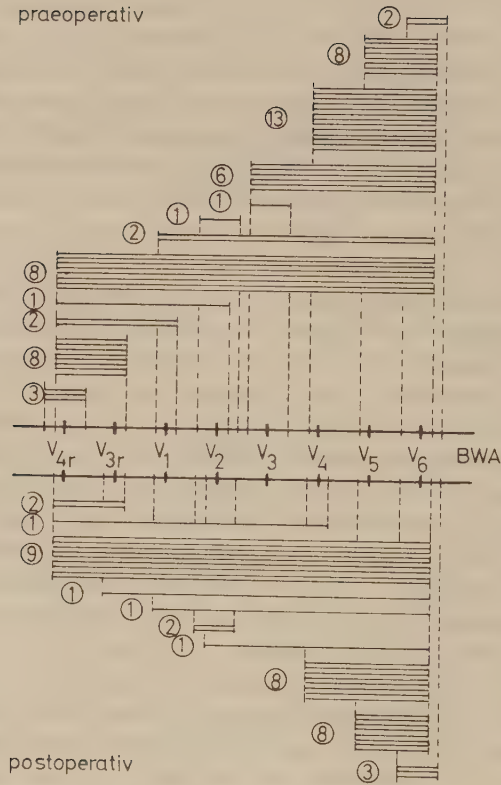


Abb. 10

Prä- und postoperatives Vorkommen großer R- bzw. R'-Zacken in den Brustwandableitungen bei 37 Kindern mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt

vorhanden in:

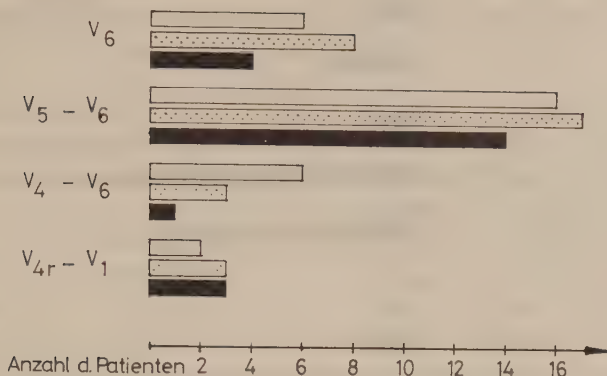


Abb. 11

Vorkommen der Q-Zacke in Brustwandableitungen prä- und postoperativ bei 37 Kindern mit isoliertem VSD

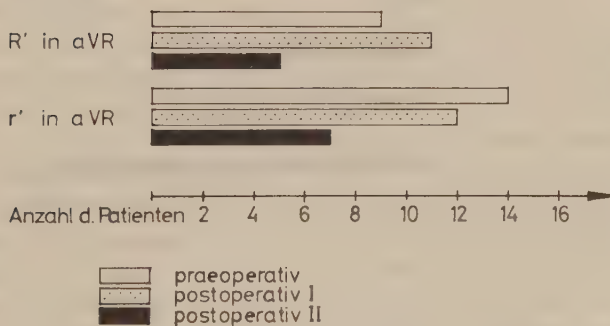


Abb. 12

Splitterungen der R-Zacken prä- und postoperativ in der GOLDBERGER-Ableitung aVR bei 37 Kindern mit isoliertem VSD

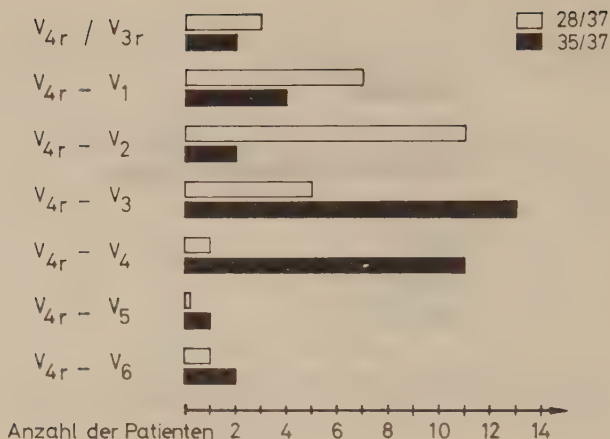
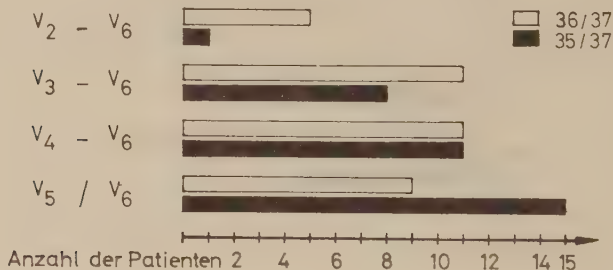


Abb. 13

Vorkommen negativer T-Zacken in den Brustwandableitungen prä- und postoperativ bei 37 Kindern mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt



□ praeoperativ
 ■ postoperativ

Abb. 14

Vorkommen positiver T-Zacken in den Brustwandableitungen prä- und postoperativ bei 37 Kindern mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt

Neben den oben angeführten Zeichen der Rechtshypertrophie bestimmen die Zeichen der Linkshypertrophie das typische Kurvenbild des Ventrikelseptumdefektes.

Beim Ventrikelseptumdefekt korreliert in etwa die Linkshypertrophie mit der Shuntgröße (23, 30). Große R-Zacken in den linkspräkordialen Ableitungen bestimmen das Formbild des EKG. Bei vorwiegend qRs- bzw. QRs-Mustern über dem linken Präkordium ist die QR-Zeit vielfach über das altersphysiologische Maß hinaus verlängert.

R-Zacken von sehr großer Amplitude waren in den Ableitungen $V_4 - V_6$ präoperativ in 23 von 37 Fällen vorhanden. Eine leichte Abnahme dieses Linkshypertrophiezeichens spiegelt sich in der postoperativen Anzahl von nurmehr 19 nachweisbaren großen R-Zacken wider (Abb. 10).

Die T-Zacke ist linkspräkordial positiv und von großer Amplitude. Positive T-Zacken waren prä- und postoperativ in fast allen Fällen zu registrieren: T-Zacke positiv vor der Operation in 36 von 37 Fällen. Der Ausschlag der T-Zacke macht somit deutlich, daß der linke Ventrikel vornehmlich durch die Zeichen einer Volumenhypertrophie gekennzeichnet ist, der rechte hingegen durch die Zeichen einer vermehrten Widerstandshypertrophie (Abb. 13, 14).

Bei einer ausgeprägten Doppelhypertrophie ist die Übergangszone auffallend breit, die biphasischen Zacken in diesem Bereich von großer Amplitude. Bei Überwiegen der Rechtshypertrophie verschiebt sich die Übergangszone von rechts nach links, bei Überwiegen der Linkshypertrophie entsprechend von links nach rechts. Für die Verlaufsbeobachtung kann die Verschiebung der Übergangszone als wertvolles Beurteilungskriterium, anschaulich in den Relationskurven für R zu R-S (9, 10, 23) in den Brustwandableitungen mitberücksichtigt werden. Bei unseren Kindern erhalten wir jedoch wegen der häufigen Knotungen und Splitterungen der R- bzw. S-Zacken atypische Kurvenverläufe.

4. Besprechung der Ergebnisse

Für die Auswertung der prä- und postoperativen EKG-Untersuchungen der 37 Kinder mit isoliertem Ventrikelseptumdefekt gruppierten wir die Patienten nach unterschiedlichen Schweregraden. Als Parameter wählten wir die systolischen Druckwerte im rechten Ventrikel und in der A. pulmonalis, da diese hämodynamischen Werte bei allen untersuchten Patienten mittels Herzkatheter direkt gemessen wurden. Die anatomische Defektgröße spiegeln diese Bezugswerte zwar nicht absolut exakt wider, denn auch bei großen interventrikulären Verbindungen muß nicht zugleich ein großer Widerstand im rechten Ventrikel und im kleinen Kreislauf sein. Der Druck in der A. pulmonalis galt der Erfassung hoher vorsitzender Kammerscheidewanddefekte, die mit niedrigerem rechtsventrikulärem Druck einen kleinen Ventrikelseptumdefekt vortäuschen können. Da die Ausbildung der rechtsventrikulären Hypertrophie und der pulmonalen Hypertonie, weitgehend unabhängig von Gesamtdurchmesser und Sitz des Defektes, das Shuntvolumen und die Hauptrichtung des kurzgeschlossenen Blutstromes bestimmen, eignet sich die Einteilung für die Bestimmung des Schweregrades. Die anamnestischen und allgemeinen kardiologischen Befunde entsprechen den typischen, zu erwartenden Ergebnissen. Das prognostisch günstigere sehr laute holosystolische Geräusch und ein Schwirren über dem Brustkorb links parasternal mit Intensitätsmaximum im 3./4. ICR war besonders deutlich in der Gruppe mit kleinen Defekten, weitere Beschwerden waren selten. Kinder der Gruppe b und c mit mittelgroßen und großen Defekten zeigten zusehends Zeichen der Linksherzüberlastung und der pulmonalen Stauung. Im Säuglingsalter zeigten sie meist schon Gedeihschwierigkeiten und gehäuft Neigungen zu Infekten des Respirationstraktes.

Das Elektrokardiogramm zeigte unterschiedlich in etwa ent-

sprechend der Gruppierung nach Defektausmaß Zeichen der Überlastung der Herzkammern und des linken Vorhofs auf. Obwohl uns das Hypertrophie-EKG meist recht gute Aussagen über die veränderte Hämodynamik einzelner Herzabschnitte liefert, ist zu berücksichtigen, daß etwa 30 % der Hypertrophien elektrokardiographisch stumm bleiben (28). Die ergänzenden Befunde der anderen Untersuchungen erlauben uns erst eine sichere Stellungnahme. Beim Vergleich der prä- und postoperativen Befunde waren die Kontrollen nach 20 Monaten und mehr postoperativ oft nur eine Bestätigung der im EKG recht früh sichtbaren Veränderungen durch die Korrekturoperation. Im einzelnen fanden wir präoperativ bei 25 von 37 Kindern inkomplette Rechtschenkelblockbilder, damit sicherlich häufiger als beschriebene Vergleichszahlen bei herzgesunden Kindern (28). Die postoperativen Ergebnisse zeigen in der Gesamtzahl einen Rückgang, auch durch die verminderte Hypertrophie und Rechtsbelastung erklärbar. Jedoch stellen sich bei 11 Kindern zusätzlich komplette Rechtsschenkelblockbilder, einmal kombiniert mit einem a.v.-Block I⁰ ein. Diesen "Herzoperations-Rechtsschenkelblock" (10) behielten die Kinder noch Jahre nach dem Korrektureingriff. Veränderungen der Erregungsausbreitungen in den Vorhöfen spiegeln sich bei einem Viertel der Patienten als ausgeprägtes P-sinistrokardiale wider, das sich postoperativ schnell zurückbildet, da mit dem Verschuß der interventrikulären Verbindung schlagartig die Volumenüberlastung des linken Vorhofs abnimmt.

Die Zeichen plötzlich vermehrter Druckarbeit im linken Ventrikel unmittelbar nach operativem Verschuß des Defektes, sowie die "Myokard-Außenschichtschädigung" konnten die Ergebnisse des Kammer-EKG und der Erregungsrückbildung nicht mehr beeinflussen, da wir das erste postoperative EKG möglichst 6 Monate nach Korrektur wählten (10, 23).

Aus den Hypertrophiekennzeichen konnten wir entsprechend der Gruppierung nach Defektausmaß die zunehmende rechtsventrikuläre Belastung neben der linksventrikulären Hypertrophie beobachten. Mit dem Anstieg des pulmonalen Gefäßwiderstandes verschoben sich die Zeichen der Doppelhypertrophie zugunsten der Rechtshypertrophie, die sich auch postoperativ nur schwer und langsam zurückbildeten.

Die EKG-Typen waren prä- wie postoperativ breit gestreut vom Links- bis zum Rechtstyp, was typisch ist für die Ventrikelseptumdefekte. Eine geringe Tendenz zum Normaltyp zeichnete sich postoperativ ab. Die Lage der elektrischen Herzachse scheint damit ziemlich fixiert zu sein und darf nicht mit den röntgenologischen Rückbildungen der vergrößerten Herzsilhouette korreliert werden (16).

Die großen R- bzw. R'-Zacken rechts- wie auch linkspräkordial zeigten mehr oder weniger sicher rechtsventrikuläre und linksventrikuläre Hypertrophien nebeneinander mit oft verbreiterten Übergangszonen. Postoperativ war ein deutlicher Rückgang auf beiden Seiten zu sehen.

Als ein sicheres Kennzeichen der Rechtshypertrophie hatten wir gehäuft präoperativ ein deutliches Q linkspräkordial, dieses Merkmal bildete sich nur langsam zurück.

R' und r' in aVR weist ebenfalls auf eine Rechtsbelastung hin (10). Auch dieses Kennzeichen bildete sich nur langsam zurück.

Die T-Zacken in den Brustwandableitungen sind nur im Zusammenhang mit den R-Zacken verwertbar, isoliert betrachtet bewegen sie sich im Normbereich entsprechend dem jeweiligen Alter (10, 28). In den Fällen mit ausgeprägten Rechtshypertrophieanteilen war T diskordant negativ rechtspräkordial, eine konvexbogenförmige Senkung war oft nur in einer oder zwei Ableitungen ausgeprägt. Dieses Merkmal blieb bestehen.

Allgemein können wir sagen, daß aus den elektrokardiographischen Befunden eine deutliche Besserung der Hämodynamik eingetreten ist. War aufgrund des Schweregrades des Herzfehlers die Rechtshypertrophie in den Vordergrund gerückt, so war die Besserung dieser Merkmale im EKG ungleich später zu beobachten. Die nur langsam rückläufigen Veränderungen der Gefäße im kleinen Kreislauf erfordern wahrscheinlich die länger andauernde rechtsventrikuläre Hypertrophie.

5. Zusammenfassung

Von 37 Kindern (21 Knaben und 16 Mädchen), deren isolierte Ventrikelseptumdefekte in den Jahren 1960 - 1970 operativ korrigiert wurden, haben wir versucht, das postoperative Ergebnis im Vergleich zu den präoperativen Befunden an Hand der Elektrokardiogramme zu beurteilen. Keines dieser Kinder benötigte im Säuglingsalter die Bändelungsoperation der A. pulmonalis als Palliativmaßnahme. Nach den systolischen Druckwerten im rechten Ventrikel konnten wir die individuell verschieden ausgeprägten Kammerscheidewanddefekte in 3 Gruppen unterteilen. Nur 7 Kinder waren zu den schweren Defekten zu zählen. Den Herzkatheterbefunden entsprach das klinische Bild der Patienten.

Anhand der verschiedenen Hypertrophiekennzeichen im EKG versuchten wir zu beurteilen, ob postoperativ ein Erfolg der Korrekturoperation, d.h. die veränderte Hämodynamik aus den elektrokardiographischen Ergebnissen abzulesen war. Entsprechend dem Ausmaß des Defektes und den jeweiligen hämodynamischen Konsequenzen konnten wir insbesondere in den Gruppen mit leichten und mittelgroßen Defekten eine deutliche Besserung des EKG-Bildes meist schon nach 6 Monaten feststellen. Spätere Kontrolluntersuchungen zeigten oft nur noch in geringer Anzahl Besserungen.

Aufgrund dieser Untersuchungen dürfen wir, wenngleich auch erschwert durch die geringe Zahl von Patienten in den einzelnen Gruppen folgern, daß die elektrokardiographischen Bilder relativ genau die hämodynamischen Verhältnisse bei den von uns untersuchten Patienten widerspiegeln, welche wir durch zusätzliche Befunde der Herz- und Kreislaufdiagnostik bestätigen konnten.

7. Literaturverzeichnis

- 1) BIRCKS, W. und
F. LOOGEN
Die Bündelungsoperation
und der nachfolgende
Korrektur Eingriff
Langenbecks Archiv für
klinische Chirurgie:
322, 641-651, 1968
- 2) BIRCKS, W. und
Ch. REIDEMEISTER
Results of surgical treat-
ment of ventricular septal
defect
British Heart Journal 1971
33 Suppl., 88-93
- 3) BODECHTEL, G. und
A. BLÖMER
Die Herzfehler: Ihre Symp-
tomatologie und Hämodynamik
Urban & Schwarzenberg
München-Berlin, 1966
- 4) DE LA CRUZ, M.V.,
L. MUNOZ-CASTELLANOS
und B. NADAL-GINARD
Extrinsic factors in the
genesis of congenital heart
disease
British Heart Journal 1971
33 Suppl., 203-213
- 5) EDWARDS, J.E.,
CAREY, NEUFELD und
LESTER
Congenital heart disease
Vols I and II
W.B. Saunders Co., Phila-
delphia 1965, 389-890
- 6) FRIEDBERG, CH.
Erkrankungen des Herzens
Thieme, Stuttgart, 1972
Band I und II

- 7) GASUL, B.M.,
ARCILLA und LEV
Heart disease in children
J.B. Lippincott Philadel-
phia, 1966
- 8) GRAY, I.R.
Results of surgical treat-
ment of congenital heart
disease
The Practitioner 206:
215-222, 1971
- 9) GUTHEIL, H.
Die Bestimmung des Druckes
in den Herzkammern mit Hilfe
des EKG bei angeborenen
Herzfehlern des Kindes
Beiheft Arch. Kinderheilk.,
Heft 50, Enke Verlag,
Stuttgart, 1964
- 10) GUTHEIL, H.
Kinder-EKG-Fibel
Thieme Verlag, Stuttgart 1971
- 11) HEINECKER, R.
EKG Fibel
Thieme Verlag, Stuttgart 1970
(8. Aufl.)
- 12) HOFFMANN, J.I.E. und
A.M. RUDOLPH
The natural history of iso-
lated ventricular septal
defect
Advances in Pediatrics
17: 57-79, 1970
- 13) KECK, E.W.
Pädiatrische Kardiologie
Urban & Schwarzenberg
München-Berlin 1972

- 14) KEITH, J.D., V. ROSE, VSD
G. COLLINS und British heart Journal 1971
B.S. KIDD 33 Suppl. 81 - 87
- 15) KLINNER, W., Chirurgie am offenen Herzen
H.G. BORST, - forum cardiologicum 11 -
F. SEBENING u.a. Boehringer Mannheim 1968
- 16) KORTH, C. und Klinische Elektrokardio-
J. SCHMIDT graphie
Urban & Schwarzenberg
München-Berlin 1969
- 17) LUISADA, A.A. und Herzdiagnostik
G.S. SAINANI UTB Schattauer Stuttgart 1971
- 18) NADAS, A.S. Pediatric Cardiology
W.B. Saunders Co., Phila-
delphia 1963
- 19) PICKERING, D. und Systolic clicks with VSD
J.D. Keith British Heart Journal 1971
33 Suppl. 538-539
- 20) RITOTA, M.C. Diagnostic Electrocardio-
graphy
J.B. Lippincott, Philadel-
phia 1969
- 21) RODEWALD, G. und Statistik und Anfall von
E.W. KECK Herzoperationen im Säuglings-
alter
Langenbecks Archiv für klin.
Chirurgie 322: 626-633

- 22) ROSE, G.A. und
H. BLACKBURN
Cardiovascular Survey
Methods
WHO Monograph Series Genf
1968 Nr. 56
- 23) SCHMIDT, J.
Hämodynamik und EKG - unter
besonderer Berücksichtigung
der angeborenen Herzfehler
Urban & Schwarzenberg
München-Berlin 1961
- 24) SCHRIEBER, K.,
J. AMMANN,
U. GASSER u.a.
Indikation und Resultate der
Totalkorrektur der wichtig-
sten angeborenen Herzfehler
Schweiz. med. Wschr. 100
33 - 38 1971
- 25) SCHWARZ, H.
Herzchirurgie beim Säug-
ling und Kleinkind
(Habilitationsschrift Zürich)
Springer Berlin , Heidelberg
New York 1968
- 26) SEBENING, F.
Herzchirurgische Noteingriffe
im Säuglingsalter
Langenbecks Archiv für klin.
Chirurgie 322: 633-641 1968
- 27) SHERMAN, F.E.
An Atlas of Congenital Heart
Disease
Lea & Febiger, Philadelphia
1963
- 28) STOERMER, J. und
W. HECK
Pädiatrischer EKG-Atlas
2. Aufl.
Thieme Verlag Stuttgart 1971

- 29) VEREL, D.,
K.P. CHANRASHEKAR
und D.G. TAYLOR
Spontaneous closure of ven-
tricular septal defect after
banding of PA
British Heart Journal 1971
33 Suppl. 854-856
- 30) WATSON, HAMISH ed.
Pediatric Cardiology
Mosby, St. Louis, New York
1968
- 31) YONKMAN, F.F. und
F.H. NETTER
Heart
The Ciba Collection of Med.
Illustrations Vol V
Summit, N.J. 1969

LEBENS LAUF

Als Sohn der Eheleute Gustav Dirks, Tierarzt, und Gerta Dirks, geb. Hohlbaum, wurde ich, Hans-Peter Dirks am 23.04.1946 in Babenhausen, Kreis Illertissen (Bayern) geboren.

Wohnhaft von:	1946-1963	in Waal, Kr. Kaufbeuren
Schulbesuch	1952-1957	Volksschule in Waal
	1957-1959	Oberrealschule in Mindelheim
	1959-1963	Oberrealgymnasium in Kaufbeuren
Wohnhaft von:	1963-1971	in Leer/Ostfriesland
Schulbesuch	1963-1966	Gymnasium für Jungen in Leer
Abitur	23.09.66	im mathematisch-naturwissenschaftl. Zweig des Gymnasiums für Jungen, Leer
Studium	WS 66/67	Biologie, Georg-August-Universität, Göttingen
	SS 67 -	Medizin, Friedrich-Alexander-
	SS 72	Universität Erlangen
Wohnhaft und verheiratet		
	seit 1971	in Erlangen
Staatsexamen	14.02.73	in Erlangen
(Ärztl. Prüfung)		

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hög, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990